

Requested Patent: DE3920420A1

Title:

OPTICAL COMPONENTS PRODN. - BY IRRADIATING DYE MOLDS. IN A POLYMER MATRIX WITH LINEARLY POLARISED LIGHT TO PRODUCE A STRUCTURED VARIATION IN OPTICAL PROPERTIES ;

Abstracted Patent: DE3920420 ;

Publication Date: 1991-01-03 ;

Inventor(s):

OMEIS JUERGEN DIPL CHEM DR [DE]; ENDRES BERNHARD DIPL PHYS DR [DE]

Applicant(s): ROEHM GMBH [DE] ;

Application Number: DE19893920420 19890622 ;

Priority Number(s): DE19893920420 19890622 ;

IPC Classification: C09K19/38; G02F1/01; G02F1/13; G09F9/00 ;

Equivalents: ;

ABSTRACT:

A process is claimed for the prodn of optical components (I) based on polymeric supports contg dye(s); the novelty is that the optical properties of a system S, consisting of the organic polymeric support T and photo-isomerisable dye(s) F are varied by irradiation with linearly-polarised light (L), specifically as a function of the direction of polarisation, and the morphology of T is varied by macroscopic, light-induced structuring. USE/ADVANTAGE - (I) are useful for information stage (pref as displays, esp coloured displays, or for holography, or for showing different information depending on the polarisation of the incident light), as polarisation filters, for rotating the direction of polarisation of incident light, and as filters for definite wavelength ranges (claimed). The system is not too complex and can be produced without increasing equipment costs wrt prior-art processes.

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 39 20 420 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 39 20 420.0
㉑ Anmeldetag: 22. 6. 89
㉒ Offenlegungstag: 3. 1. 91

㉓ Int. Cl. 5:
G02F 1/01

G 02 F 1/13
C 09 K 19/38
G 09 F 9/00
// G03H 1/02,
G02B 5/30,5/20,
C09B 39/00,23/00,
7/00

DE 3920420 A 1

㉔ Anmelder:
Röhm GmbH, 6100 Darmstadt, DE

㉕ Erfinder:
Omeis, Jürgen, Dipl.-Chem. Dr.; Endres, Bernhard,
Dipl.-Phys. Dr., 6100 Darmstadt, DE

㉖ Verfahren zur Herstellung optischer Komponenten (I)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung optischer Komponenten auf der Basis von polymeren Trägern, die mindestens einen Farbstoff enthalten, wobei man das optische Verhalten eines Systems S, bestehend aus dem polymeren organischen Träger T und mindestens einem photoisomerisierbaren Farbstoff F durch Einstrahlen linear polarisierten Lichtes gezielt in Abhängigkeit von der Polarisationsrichtung und der Morphologie des organischen Trägers durch eine makroskopische, lichtinduzierte Strukturierung variiert.

DE 3920420 A 1

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung optischer Komponenten auf der Basis organischer polymerer Träger und unter Verwendung linear polarisierten Lichtes.

Stand der Technik

Zwischen der festen, kristallinen Phase und der fluiden Schmelze treten bei bestimmten Substanzen Zwischenphasen auf, die in struktureller und dynamischer Hinsicht Eigenschaften sowohl des geordneten kristallinen Zustands als auch des ungeordneten Schmelzzustandes in sich vereinen. Solche Phasen sind zwar fluide, weisen aber z. B. optische Eigenschaften auf, die charakteristisch für die Mehrheit kristalliner, aber auch teilkristalliner Stoffe sind: sie sind z. B. doppelbrechend. Man spricht aus unmittelbar einsichtigen Gründen von Zwischenphasen ("Mesophasen") oder von flüssigkristallinen Phasen. Diese Zwischenphasen sind z. B. über eine Variation der Temperatur erhalten — in diesem Falle spricht man von thermotropen Flüssigkristallen — oder auch in Lösung über Konzentrations-Variation. Zur Charakterisierung der Existenzbereiche dieser Zwischenphasen gibt man im allgemeinen die z. B. kalorimetrisch oder mittels Polarisationsmikroskop bestimmten Übergangstemperaturen vom kristallinen in den flüssig-kristallinen Zustand sowie vom flüssig-kristallinen in den der isotropen Schmelze (Klärpunkt) an. (Vgl. G. Allen & J. C. Bevington, Eds., Comprehensive Polymer Science, Vol. 5, p. 701—732, Pergamon Press 1989.)

Die Struktur solcher Mesophasen ist nun dadurch gekennzeichnet, daß im einfachsten Fall für zylinderförmige Moleküle, in der sogenannten nematischen Phase, die Molekülzentren ungeordnet wie in einer isotropen Schmelze verteilt sind, während die Längsachsen der Moleküle parallel zueinander orientiert sind. Das ist abweichend vom Zustand in der isotropen Schmelze, wo die Molekülachsen statistisch verteilt vorliegen. Die Folge sind anisotrope mechanische, elektrische, aber auch optische Eigenschaften. Bei der cholesterischen Phase kommt als zusätzliches Ordnungsprinzip eine kontinuierliche helikale Variation der Orientierungsrichtung der Moleküllängsachsen hinzu, was zu besonderen optischen Eigenschaften, wie starke optische Aktivität oder Selektivreflexion von Licht, führt. Bei den sogenannten smektischen Phasen tritt schließlich in Ergänzung zu der bereits beschriebenen Orientierungsordnung, wie sie für den nematischen Zustand charakteristisch ist, eine regelmäßige Anordnung der Molekülschwerpunkte im Raum hinzu, z. B. nur entlang einer räumlichen Achse, aber auch in anderen smektischen Modifikationen entlang zwei oder gar drei voneinander unabhängiger Achsen. Dennoch sind diese Phasen fluide. (Vgl. Ullmanns Encyclopädie der Technischen Chemie, Aufl. Bd. 11, 657—671, Verlag Chemie 1976; H. F. Mark et al. Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, 2nd Ed., Vol. 9, 1—61, J. Wiley & Sons 1987). Flüssigkristalline Polymere haben u. a. als technische Fasern und zur Informationsspeicherung Anwendung gefunden. Entsprechende Vorrichtungen zur Informationsspeicherung werden in den DE-A 36 03 266 und der DE-A 36 03 267 und ein Verfahren zur reversiblen optischen Datenspeicherung wird in der DE-A 36 03 267 angegeben. Gemäß der DE-A 36 23 395 wird die Photoisomerisierung eines orientierten Films eines flüssigkristallinen Polymeren zur reversiblen optischen Informationsspeicherung genutzt.

In der (nicht vorherveröffentlichten) DE-A 38 10 722 ist eine Vorrichtung zur reversiblen optischen Informationsspeicherung unter Verwendung von Polymeren als Speichermedium beschrieben, die einen Film aus einem amorphen Polymeren enthält und eingerichtet ist, um mittels einer lokalen Variation der Molekülordnung unter Anwendung polarisierten Lichtes die Information einzuspeichern. Vorzugsweise enthält das Speichermedium eine in ihrem Absorptionsverhalten der Emissionswellenlänge des Schreiblasers angepaßte photochrome Substanz, womit die lokale Variation der Molekülordnung induziert werden kann.

Aufgabe und Lösung

Wie die Durchsicht des Standes der Technik zeigt, bestehen jeweils bestimmte strukturelle Anforderungen im molekularen Bereich, die erfüllt sein müssen, um ein Polymer zum Datenträger zu qualifizieren. Zwar lassen sich die mittels Energieübertragung herbeigeführten lokalen Variationen, die gleichbleibend mit dem Einschreiben von Information sind, phänomenologisch beschreiben, aber das heißt noch nicht, daß die Effekte mechanistisch restlos verstanden sind. Dementsprechend gering ist auch die Voraussagbarkeit hinsichtlich weiterführender Variationen im Hinblick auf die Strukturen oder auf die physikalische Beeinflussung.

Andererseits besteht unvermindert die Aufgabe, Systeme zur Verfügung zu stellen, die, ohne einen sehr komplexen Aufbau zu besitzen und ohne den apparativen Aufwand bedeutend steigern zu müssen, als optische Komponenten dienen können, die sich insbesondere für die Datenspeicherung und verwandte Aufgaben eignen. Es wurde nun gefunden, daß die vorliegende Aufgabe in völlig unerwarteter Weise durch das erfindungsgemäße Verfahren gelöst werden kann.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung optischer Komponenten auf der Basis von polymeren Trägern T, die mindestens einen Farbstoff F enthalten, wobei das optische Verhalten eines Systems S bestehend aus einem polymeren organischen Träger T und mindestens einem photoisomerisierbaren Farbstoff F durch Einstrahlen linear polarisierten Lichts gezielt in Abhängigkeit von der Polarisationsrichtung und der Morphologie des organischen Trägers durch eine makroskopische, lichtinduzierte Strukturierung variiert wird. Im Einklang mit der Erfindung enthält der polymere organische Träger T mesogene Gruppen in kovalenter Bindung, die zu den makroskopisch orientierten Bereichen Anlaß geben. Die Variation des optischen Verhaltens wird beim Träger T im amorphen sowie im flüssigkristallinen Zustand erreicht (wobei in flüssigkristallinem Zustand

sowohl Polydomänen als auch Monodomänen vorliegen können). Dies beruht auf einer mikroskopischen oder/und makroskopischen Orientierung, welche durch die Bestrahlung mit linear polarisiertem Licht induziert wird. Dabei kann insbesondere die Polarisationsrichtung der Lichtquelle für eine selektive Orientierung, z. B. für die holographisch-optische Datenspeicherung ausgenutzt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren bietet u. a. eine technische Nutzung in zweifacher Hinsicht:

- Zur globalen Orientierung von Polymeren in anisotropen Domänen
- zur selektiven optischen Speicherung unter Variation der verwendeten Polarisationsrichtung.

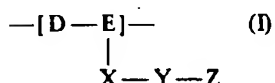
Der polymere organische Träger T

Als polymere organische Träger T kommen an sich bekannte polymere Materialien in Frage, die den oben definierten Bedingungen genügen, d. h. sie sind im allgemeinen per se nicht-cholesterisch und nicht twisted-nematic.

Vorzugsweise besitzt der polymere organische Träger T eine Glasstemperatur T_g von mindestens -40 Grad C. Es kann weiter vorteilhaft sein, wenn der polymere organische Träger T eine Glasstemperatur T_g von mindestens 0 Grad C, speziell von wenigstens 20 Grad C besitzt. In der Regel liegt die Glasstemperatur T_g der polymeren organischen Träger T unterhalb 220 Grad C, mit Betonung des Bereichs unterhalb 180 Grad C. Zur Bestimmung der Glasstemperatur vgl. H. F. Mark et al., Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, 2nd Ed., Vol. 7, pp. 531–544, J. Wiley & Sons 1989. Die Glasstemperaturen von Homopolymeren sind im allgemeinen bekannt. Die Glasstemperaturen von Copolymerisaten lassen sich weitgehend vorherbestimmen. (Vgl. Brandrup-Immergut, Polymer Handbook, 2nd Ed., Wiley-Interscience 1975; Vieweg-Esser, Kunststoff-Handbuch, Bd. IX, p. 333–341, Carl Hanser Verlag, München 1975).

Die polymeren organischen Träger T enthalten in der Regel Bausteine, die elektrische Anisotropie besitzen, bzw. sind aus elektrisch anisotropen Monomeren aufgebaut. Vorzugsweise weist der polymere organische Träger T eine Glasstemperatur T_g von mindestens -40 Grad C auf, insbesondere eine solche von mindestens 0 Grad C und ganz besonders von mindestens 20 Grad C. Im allgemeinen liegt die Glasstemperatur T_g unterhalb 220 Grad C. Zweckmäßigerweise besitzt der polymere organische Träger T eine Molekülmasse von 5×10^3 bis 5×10^6 g/Mol (bestimmt nach den für den in Frage stehenden Polymertyp maßgeblichen Methoden, vgl. H. F. Mark et al., Encyclopedia of Polymer Science & Engineering, 2nd Ed., Vol. 10, p. 1–19, J. Wiley & Sons 1989). Vorzugsweise zeigt der polymere organische Träger T eine makroskopisch orientierte flüssigkristalline nematische Phase.

Eine günstige Ausführungsform der polymeren organischen Träger T stellen flüssigkristalline Seitenkettenpolymere dar, die hinsichtlich Aufbau und Herstellung vorzugsweise an den Stand der Technik anschließen. (Vgl. C. B. McArdle, Side Chain Liquid Crystal Polymers, Blackie, Glasgow & London 1989.) Diese bestehen ganz oder teilweise aus repetierenden Einheiten, die schematisch durch die allgemeine Formel I



wiedergegeben werden können, wobei D—E die Elemente der Hauptkette des Polymerisats

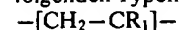
X eine funktionelle Gruppe

Y eine abstandhaltende Einheit ("Spacer") und

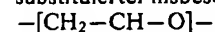
Z eine mesogene Seitengruppe bezeichnet.

Dabei sind die mesogenen Seitengruppen verantwortlich für den resultierenden Flüssig-Kristall-Charakter.

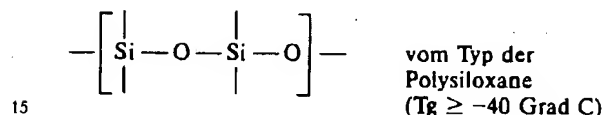
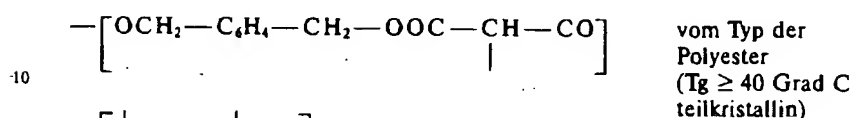
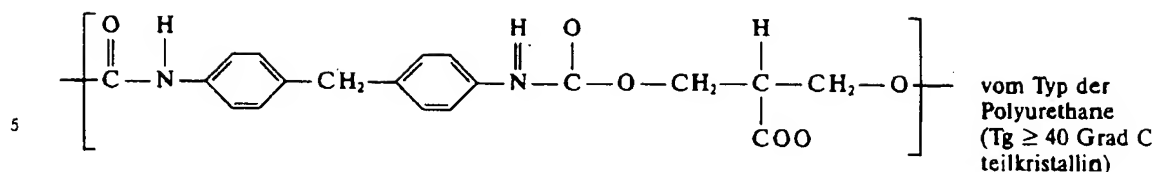
Die Einheiten —[D—E]— welche die Elemente der Hauptkette bilden, leiten sich in der Regel von bekannten polymerisations- oder polykondensationsfähigen Monomeren ab. Von besonderer Bedeutung sind dabei die folgenden Typen von Hauptketten-Einheiten —[D—E]— und die diese bildenden Monomeren:



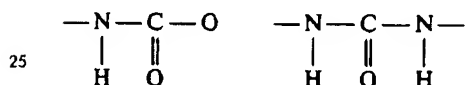
wobei R_1 für Wasserstoff, Methyl, substituiertes Phenyl steht und die Monomeren dem Typ der Acrylsäureester (mit $T_g \geq 20$ Grad C) bzw. Amide, der Methacrylsäureester bzw. Amide, der Styrole unter Einbeziehung substituierter insbesondere C_1 — C_4 -alkyl-substituierter Derivate ($T_g \geq 50$ Grad C), steht oder



vom Typ der Polyether ($T_g > 0$ Grad C)



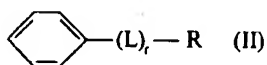
Die Einheiten X stehen definitionsgemäß für eine funktionelle Gruppe zwischen Spacereinheit und Polymerhauptkette; bei radikalisch polymerisierbaren Monomeren sind diese Gruppen in der Regel für die Aktivierung der zwischen D und E ausgebildeten Mehrfachbindung verantwortlich. In der Regel ist die Einheit X ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus den Resten $-\text{C}_6\text{H}_4-$; $-\text{COO}-$; $-\text{CONR}_2-$; $-\text{O}-$;



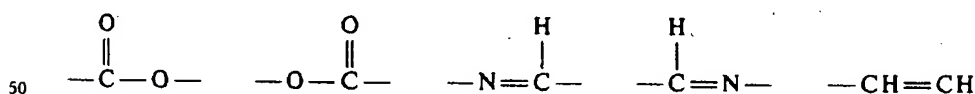
wobei R_2 für Wasserstoff oder einen Alkylrest mit 1 bis 6, vorzugsweise 1 bis 3 Kohlenstoffatomen steht.

Die Spacereinheiten Y stellen den erforderlichen Abstand zwischen den mesogenen Gruppen Z und der Polymerhauptkette her. Sie bilden in der Regel eine vorzugsweise flexible Kette mit 1 bis 14 Kettengliedern, insbesondere eine Alkylengruppe $-(\text{CH}_2)_n-$, worin n für 1 bis 14 steht, wobei gegebenenfalls einzelne Kettenglieder substituiert sein können, beispielsweise mit C_1 - C_4 -Alkylresten oder mit Halogen wie Chlor oder Fluor oder worin einzelne Kettenglieder durch eine Etherbrücke ersetzt sein können, oder einen Phenylenrest. Die Herstellung der verschiedenen polymeren organischen Träger mit den geforderten Eigenschaften ist an sich bekannt (vgl. DE-A 36 23 395). Als mesogene Seitengruppen können als solche bekannte Gruppen angewendet werden.

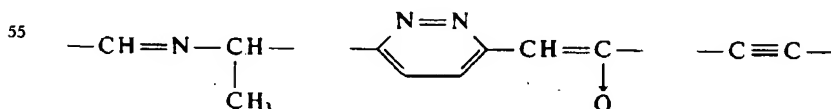
Eine Aufstellung geeigneter mesogener Gruppen findet sich in Kelker und Hatz, Handbook of Liquid Crystals, Verlag Chemie 1980, pp. 67-113. In typischer Weise über die Einheiten X-Y gebunden ist eine beispielsweise aromatische Reste enthaltende mesogene Gruppe Z, die vorzugsweise durch die Formel



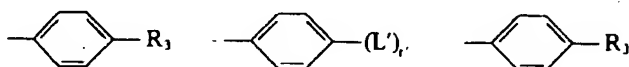
wiedergegeben werden kann, worin L für eine Brücke, bestehend aus den Resten $-\text{N}=\text{N}-$



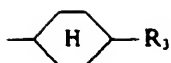
oder für einen Rest



sowie r für Null oder Eins und R für einen Rest

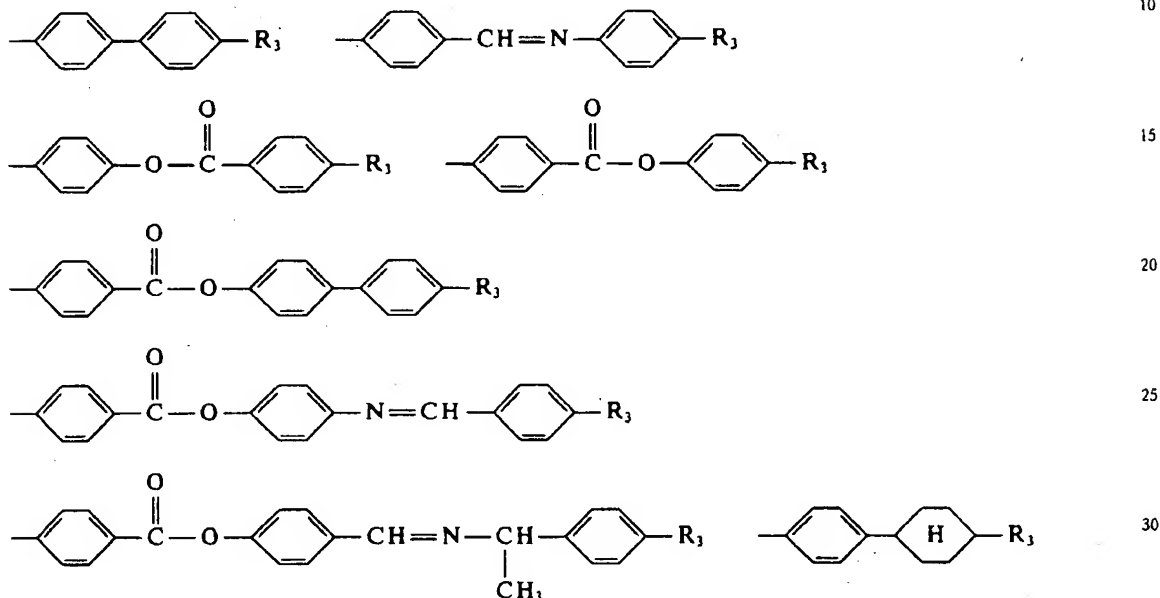


oder, falls r für Null steht, R auch für einen Rest



steht, wobei L' und r' die gleiche Bedeutung wie L bzw. r besitzen und worin R₃ für Wasserstoff, (O)_s—
(CH₂)_t—H, —CN oder Halogen, insbesondere Fluor, Chlor oder Brom und t und t' für eine Zahl von 1 bis 8,
insbesondere 1—6, und s für Null oder 1 steht.

Besonders genannt seien Polymere der Formel I, worin Z für die folgenden mesogenen Gruppen steht:

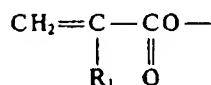


Besonders bevorzugt gehen die Hauptketten-Einheiten —[D—E]— aus der (radikalischen) Polymerisation
von Monomeren der schematischen Formel III hervor

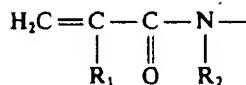


worin D, E, X, Y und Z Bedeutungen gemäß Formel I besitzen.

Insbesondere den Monomeren der Formel III, in denen D = E—X— für einen Rest



oder einen Rest



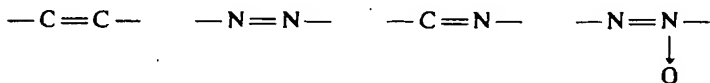
worin R₁ und R₂ die oben angegebenen Bedeutungen besitzen, also den Estern bzw. Amiden der (Meth)acrylsäure, kommt Interesse zu. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsart der vorliegenden Erfindung steht Z für das farbbgebende Strukturelement, stellt also den Farbstoff F (siehe folgenden Abschnitt) dar. Wie bereits ausgeführt, kann der Anteil der den Farbstoff F enthaltenden monomeren Bausteine an polymeren organischen Träger 0 bis 100 Gew.-% der gesamten Monomeren ausmachen, vorzugsweise liegt der Anteil bei ≥ 50 Gew.-%, in der Regel bei ≥ 10 Gew.-%.

Der Farbstoff

Definitionsgemäß enthält der polymere organische Träger T mindestens einen Farbstoff F. Der Farbstoff F ist vorzugsweise dadurch charakterisiert, daß er unter Einwirkung des linear polarisierten, vorzugsweise monochromatischen Lichts Änderungen seiner Molekülgeometrie erfährt. Damit ist jedoch nicht verbunden, daß die Wellenlänge des eingestrahnten Lichts, in der Regel die des Schreiblasers, mit dem Absorptionsmaximum des bzw. der Farbstoffe übereinstimmen muß, da z. B. eine Photoisomerisierung auch bei Bestrahlung außerhalb des

Absorptionsmaximums stattfindet. Im übrigen gelten gewisse für Farbstoffe, die in Flüssigkristall-Systemen zur Anwendung kommen sollen, entwickelte Kriterien. (Vgl. J. Constant et al., J. Phys. D; Appl. Phys. Vol. II, S. 479 ff (1978); F. Jones u. T. J. Reeve, Mol. Cryst. Liq. Cryst. Vol. 60, S. 99 ff, EP 43 904, EP 55 838, EP 65 869). So sollen diese Farbstoffe im elektrischen Feld nicht ionisieren und sie sollen einen hohen molekularen Extinktionskoeffizienten besitzen.

Im allgemeinen gehorchen die erfindungsgemäß anwendbaren Farbstoffe F der vorgegebenen Definition, daß ihre Absorptionsmaxima im Wellenlängenbereich 300—1000 nm liegen. Zweckmäßigerweise enthält der Farbstoff F mindestens ein Strukturelement, das unter der definierten Lichteinwirkung seine Geometrie ändert. Solche Strukturelemente können z. B. Mehrfachbindungen enthalten, insbesondere weisen sie die Möglichkeit der cis-trans-Isometrie auf. Weiter kann es sich um andere tautomeriefähige Systeme handeln, beispielsweise solche, die auf einer Ringöffnung und/oder einem Protonenübergang beruhen. In der Regel besitzt der Farbstoff F in seiner Vorzugsrichtung eine Länge von mindestens 10 Å. Als Beispiele für Brückengruppen —A—, die die geometrische Isometrie ermöglichen, seien die folgenden genannt.



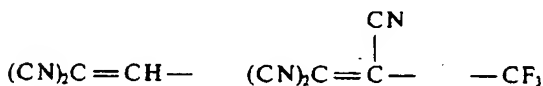
Insbesondere enthalten die Farbstoffe F solche Gruppen, bei denen zwei aromatische Ringe bzw. Ringsysteme durch eine Brückengruppe —A— verknüpft sind. Es handelt sich also im naheliegendsten Fall um Derivate des Stilbens, des Azobenzols, des Azoxybenzols, der Azomethine usw. Des weiteren enthalten die Farbstoffe F vorteilhaft an sich bekannte Substituenten, welche bestimmend für die Absorptionscharakteristika individueller Farbstoffe sind. (Vgl. Ullmanns Encyklopädie der Techn. Chemie, 3. Auflage, Bd. 7, S. 153—183, Urben & Schwarzenberg 1956.) Als geeignete Gruppen können z. B. die Cyanogruppe oder auxochrome Gruppen gelten, u. a. elektronenliefernde Substituenten wie (gegebenenfalls alkylierte) Amino-, Oxy- (Hydroxy-) bzw. Alkoxygruppen als auch Gruppen mit entgegengesetztem Effekt wie Nitro-, Nitroso-, Carbonyl-, Halogen-Gruppen u. ä. Eine besonders interessante Klasse stellen Azofarbstoffe dar, die den vorstehend erläuterten Kriterien genügen.

Entsprechende Azofarbstoffe sind z. B. in DE-A 34 06 209, DE-A 34 29 438, EP-A 65 869, M. Eich et al. Proc. SPIE-Int. Soc. Opt. Eng., 628 (Mol. Polym. Optoelectron. Mater.: Fundam. Appl.), S. 93—96 (1987) angegeben worden. Als Modelle für erfindungsgemäß mit Vorteil anzuwendende Farbstoffe werden die folgenden Strukturen der Formel IV betrachtet, die — wie bereits ausgeführt — als (niedermolekulare) Farbstoffe F präsent oder Bestandteile der polymeren organischen Träger T sein können:

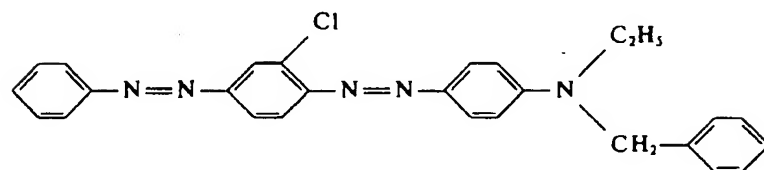
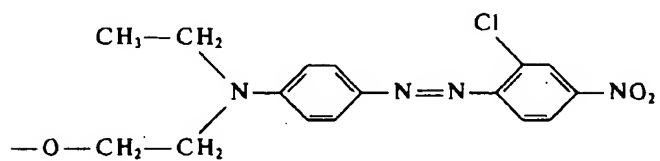
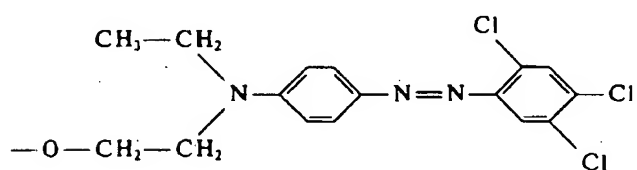
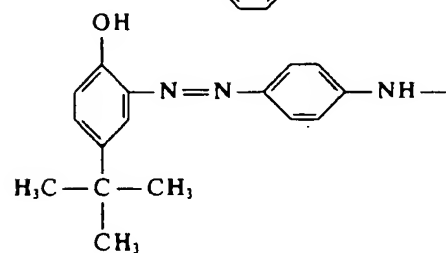
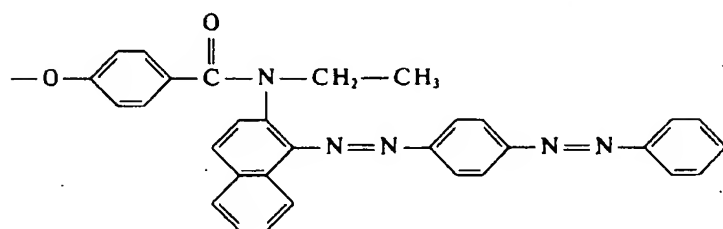
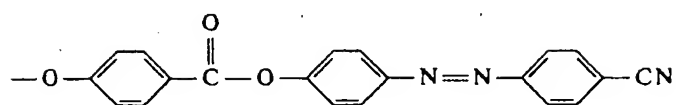
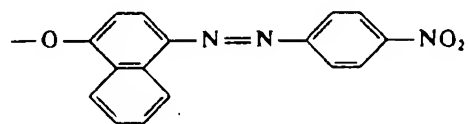
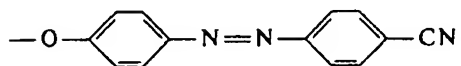
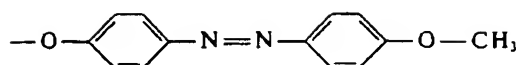


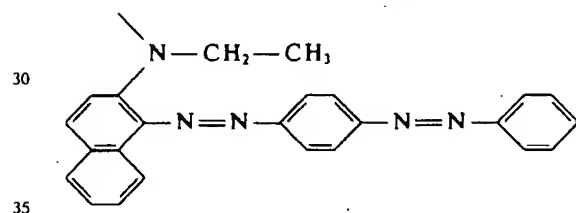
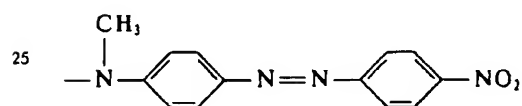
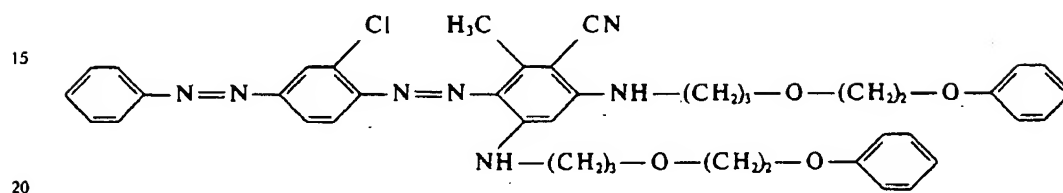
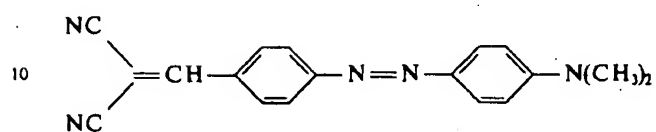
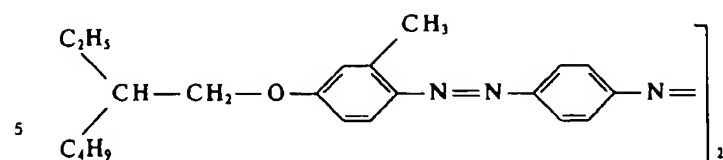
wobei —A— die oben angegebenen Bedeutungen als Brückengruppen vorzugsweise die Bedeutung —N=N— oder —CH=CH— besitzen soll, und wobei das System sowohl (die an sich bekannten) Substituenten mit Elektronendonatorenwirkung als auch mit Elektronenakzeptorwirkung besitzen kann. AS hat dabei insbesondere die Bedeutung eines aromatischen Systems, vorzugsweise mit mindestens 6 und bis 14 Ringkohlenstoffatomen — insbesondere die Bedeutung Phenyl — das — soweit es Bestandteil des polymeren organischen Trägers T ist — vorzugsweise über eine elektronenliefernde Brückengruppe wie eine Ethergruppe oder eine gegebenenfalls mit C₁—C₄-alkylsubstituierte Aminogruppe über einen weiteren zweckmäßig verknüpften substituierten Phenylrest, oder auch direkt mit der abstandhaltenden Einheit (Spacer = Y in Formel II) verknüpft ist. AS bzw. AS' können besonders als Bestandteile eines niedermolekularen Farbstoffs F die aus der industriellen Farbstoffchemie bekannten Substituenten wie C₁—C₄-Alkyl, Halogen, Cyan, aber auch polare Gruppen wie z. B. die —COOH oder —SO₃H, —OH-Gruppen tragen. AS' hat ebenfalls die Bedeutung eines aromatischen Systems, vorzugsweise mit mindestens 6 und bis 20 Ringkohlenstoffatomen, vorzugsweise enthaltend wenigstens einen substituierten Phenylrest.

Beispielhafte Substituentenmuster des Phenylrests in AS' bestehen aus: wenigstens einer Nitrogruppe in ortho- oder para-Stellung zur Haftstelle von A, bevorzugt in para-Stellung, gegebenenfalls mindestens einer Alkoxygruppe, vorzugsweise mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen, gegebenenfalls mindestens einem Halogen-, insbesondere Chlorsubstituenten in ortho-, meta- und/oder para-Stellung, einem weiteren, über Brückengruppe A, insbesondere über eine Azogruppe verknüpften aromatischen Rest AS'', der (analog AS' aufgebaut) wiederum wie vorstehend angegeben substituiert sein kann, oder einem Substituenten



Als Prototypen für Strukturen der Formel IV seien erwähnt:





Die obigen Strukturelemente können (z. B. an den für eine Substitution vorgesehenen Stellen verknüpft) als farbgebendes Strukturelement Z fungieren, oder sie können, soweit erforderlich, in geeigneter Weise, z. B. durch Wasserstoff oder C₁–C₄-Alkyl oder Benzyl substituiert, als niedermolekulare Farbstoffe F erfindungsgemäß eingesetzt werden.

Als Monomeren der Formel III, in denen Z ein farbgebendes Strukturelement darstellt (wodurch also der Farbstoff F an den polymeren organischen Träger T gebunden wird) seien beispielsweise besonders genannt:

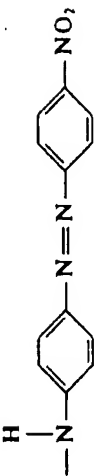
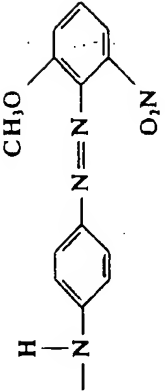
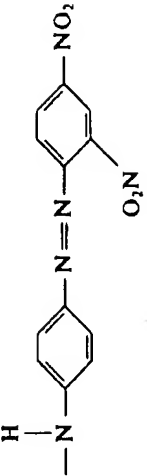
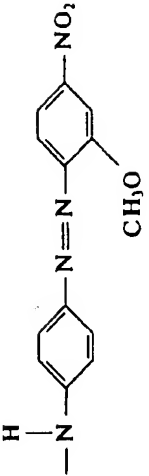
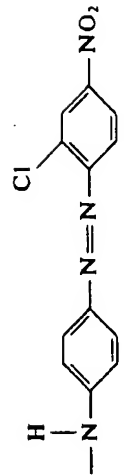
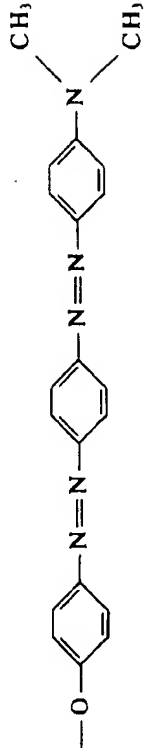
45


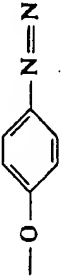


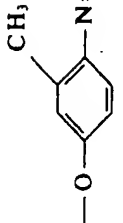
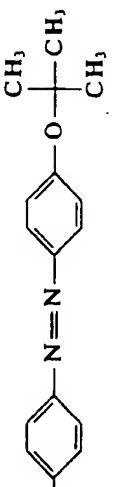
50

55

60

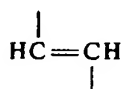
65

$\text{CH}_2=\text{CR}_1-\text{X}-\text{Y}-\text{Z}$		Y	Z	Absorption maximum
R_1	X			
H, CH_3	$-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$	$(\text{CH}_2)_n$ $n = 2-6$		ca. 460 nm
H, CH_3	$-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$	$(\text{CH}_2)_n$		ca. 424 nm
H, CH_3	$-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$	$(\text{CH}_2)_n$		ca. 513 nm
H, CH_3	$-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$	$(\text{CH}_2)_n$		ca. 469 nm
H, CH_3	$-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$	$(\text{CH}_2)_n$		ca. 482 nm
H, CH_3	$-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$	$(\text{CH}_2)_n$		ca. 476 nm

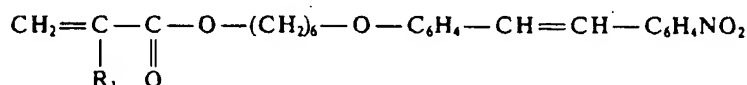
$\text{CH}_2=\text{CR}_1-\text{X}-\text{Y}-\text{Z}$	R ₁	X	Y	Z	Absorption maximum
H, CH ₃	$-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$		$-(\text{CH}_2)_x-\text{O}-$ 	 $-\text{O}-$ 	ca. 480 nm
H, CH ₃	$-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$		 $-\text{C}(=\text{O})-$	 $-\text{O}-$ 	ca. 500 nm

Die Herstellung der genannten Monomeren der Formel III ergibt sich beispielsweise aus Acta Polym. 38, 643 (1987).

Eine weitere Möglichkeit der Herstellung der erfindungsgemäßen optischen Komponenten besteht in der Nutzung der cis-trans-Umwandlung, beispielsweise von Stilbenderivaten. Genannt seien die Verbindungen der Formel IV, worin A für eine Brückengruppe



steht, beispielsweise worin AS für einen in para-Stellung dialkylamino-substituierten Phenylrest und AS' für einen Phenylrest mit para-Nitrosobstitution steht, wobei gegebenenfalls die Polymerverknüpfung über die Aminogruppe erfolgt. Das 4-Nitro-4'-dimethylaminostilben hat beispielsweise ein λ_{max} bei 450 nm. Genannt seien weiter die Verbindungen:

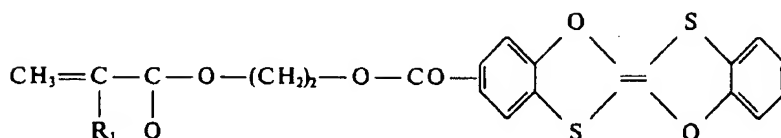
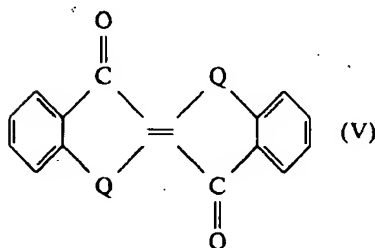


wobei R_1 die vorstehend definierte Bedeutung besitzt.

Eine weitere erfindungsgemäß interessante Gruppe stellen die Cyaninfarbstoffe mit der Grundstruktur



dar. Genannt sei z. B. das 3,3',9-Triethyl-thiacarbocyaninbromid ($\lambda_{\text{max}} = 550 \text{ nm}$). Die Möglichkeit der Isomerisierung kann ferner mit einem indigoiden System, beispielsweise der Formel V, bzw. einem entsprechenden Monomer



worin Q für NR_4 , worin R_4 für einen Alkylrest mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen, oder worin R_4 für die Anbindung an den polymeren Träger steht oder Q für Schwefel steht (Thioindigo $\lambda_{\text{max}} = 546 \text{ nm}$) erreicht werden. Weitere erfindungsgemäß verwendbare Systeme stellen Spiropyrane wie das Dimethyl-6'-nitroindolino-spirobenzopyran oder das Benzothiazolinospiropyran dar.

Der Farbstoff F kann, wie bereits ausgeführt, dem System S beigemischt sein, er kann aber auch kovalent an den polymeren organischen Träger T gebunden sein. Im allgemeinen liegt die Konzentration des Farbstoffes F im Bereich $\geq 10 \text{ Gew.}\%$, üblicherweise im Bereich $\geq 50 \text{ Gew.}\%$. Für Mischungen liegt die Konzentration bei 1–10 Gew.-%.

Vorteilhafte Wirkungen

Als herausragende Anwendung der erfindungsgemäß hergestellten optischen Komponenten bietet sich die Speicherung optischer Informationen an, wobei bis zu einem gewissen Grad auf die Erfahrungen des Standes der Technik zurückgegriffen werden kann. Sie eignen sich z. B. hervorragend für optische Displays, beispielsweise farbige Displays. Von besonderer Bedeutung ist ferner die Anwendung in der Holographie. (M. Francon, Holographie, Springer-Verlag 1972; Holography Techniques & Proceedings, Ed. W. P. O. Jüpner, SPIE, Proceedings, Vol. 1026.) Weitere vorteilhafte Anwendungsbeispiele liegen im Bereich der Lichtoptik. So lassen sich die erfindungsgemäßen optischen Komponenten als Polarisationsfilter verwenden. Ein besonderer Aspekt liegt in der Möglichkeit der Drehung der Polarisationsrichtung einfallenden Lichtes.

Das Verfahren zur optischen Datenspeicherung

Das Verfahren zur optischen Datenspeicherung für polarisierte Lichtquellen sei anhand der den Versuchsaufbau darstellenden Vorrichtung gemäß Fig. 1 beschrieben. Die Vorrichtung bedient sich einer Strahlungsquelle für einen Laserstrahl, beispielsweise der Wellenlänge 514 nm (Quelle: Argon-Laser, Spectra Physics, Modell 2030). Der Laserstrahl geht durch ein optisches Aufweitungssystem und trifft dann auf die durch eine Testmaske partiell abgedeckte Probe. Mittels dieser Vorrichtung läßt sich die Änderung des Orientierungsparameters in den belichteten Bereichen in Abhängigkeit von der Polarisationsrichtung des Laserlichtes bestimmen.

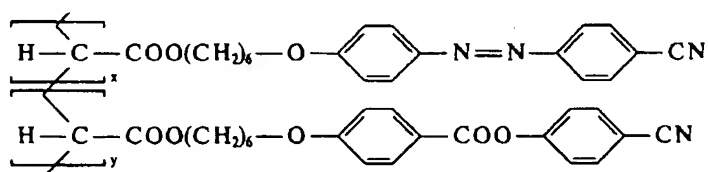
Die nachfolgenden Beispiele dienen zur Erläuterung der Erfindung.

Beispiele

A. Herstellung der optischen Komponenten

Beispiel A1

Als organischer polymerer Träger T dient ein Farbstoff-Flüssig-Kristall-Copolymer mit 70 Gew.-% Anteil eines Azobenzolcomonomeren der folgenden schematischen Formel:



$$x = 0,7, y = 0,3$$

$$M_w = 7200; U (\text{Uneinheitlichkeit}) = 0,38$$

$$T_g = 27 \text{ Grad C}, (\lambda_{\max} = 360 \text{ nm})$$

$$T_{n,i} = 127 \text{ Grad C}$$

Ein unbehandelter Glasobjektträger (50 × 50 mm) wird mit einer 10–20%igen Lösung des polymeren Trägers T in einer CH₂Cl₂-Lösung beschichtet. Die Schichtdicke bewegt sich zwischen 0,5 und 2,0 µm. Beschichtung und Antrocknenlassen erfolgt bei Raumtemperatur. Es resultiert ein isotroper Film, der mit linear polarisiertem Laserlicht bestrahlt wird (vgl. "Das Verfahren zur optischen Datenspeicherung", Fig. 1). Mittels einer Testmaske werden Strukturen zwischen 500 und 2 µm mit variabler (paralleler und senkrechter) Polarisationsrichtung eingeschrieben. Die Wellenlänge des Ar-Ionenlasers beträgt 514,5 nm; Intensität = 300 mW/cm², Belichtungszeit t = 4 min.

Abb. 1a zeigt die eingeschriebenen anisotropen Domänen zwischen gekreuzten Polarisatoren (ca. 100fache Vergrößerung) bei vertikaler Polarisation des Schreiblasers in "45°"- und in "0/90°"-Stellung bezüglich Polarisator und Analysator. Abb. 1b gibt die relativen Intensitäten der belichteten Domänen im Verhältnis zur isotropen, unbelichteten Matrix wieder.

Beispiel A2

Als polymerer Träger wird das Farbstoff-Flüssigkristall-Copolymer gemäß Beispiel A1 eingesetzt. Die Präparation geschieht analog Beispiel 1. Das Einschreiben erfolgte über einen MICHELSON-Interferometer-Aufbau, der entsprechend justiert ein Strichgitter mit Gitterkonstante von 50 µm bei einer Polarisation des Schreiblichts senkrecht zum Gitter ergibt (vgl. Abb. 2).

Beispiel A3

Man verwendet Proben wie in den Beispielen 1 und 2 beschrieben. Die Präparation erfolgt in dünner Schicht auf unbehandeltem Glasobjektträger (50 × 50 mm). Nach dem Beschichten wird 1–5 min bei 100 Grad C getempert und anschließend auf Raumtemperatur abgekühlt. Es resultiert ein flüssigkristalliner Polymerfilm mit Polydomänenstruktur. Das Beschreiben der Probe erfolgt wie in Beispiel 1. Das Ergebnis ist aus Abb. 3a (Polarisationsrichtung vertikal) und Abb. 3b (Intensitäten) zu ersehen.

Beispiel A4

Man verwendet Proben wie in den Beispielen A1 – A3. Die Präparation nach dem Spin- bzw. Ziehverfahren erfolgt in dünner Schicht auf vororientierten Objektträgern (Glas mit einer Polyimidschicht). Nach dem Beschichten wird kurz über T_{n,i} (127 Grad C) aufgeheizt und langsam (1 – 10 min) auf 100 Grad C abgekühlt und 10 min getempert. Es resultiert ein flüssigkristalliner Polymerfilm mit Monodomänen-Struktur. Beschreiben und Detektion erfolgt wie in Beispiel A3. Das Ergebnis ist in Abb. 4 dargestellt.

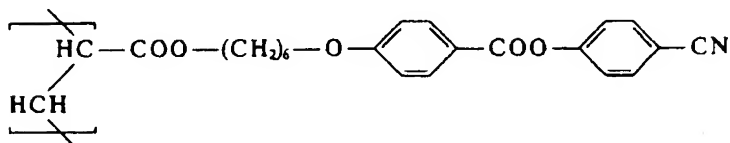
Beispiel 5

Ausführung analog Beispiel A2. Zusätzlich durch Doppelbelichtung mit senkrecht zueinander polarisierten Schreibwellen wurde ein symmetrisches Kreuzgitter erzeugt (s. Abb. 5).

Beispiele A6—A8

Allgemeines

Als Polymeres wird ein Homopolymer der Struktur:



mit folgenden Daten

Mw = 14 000

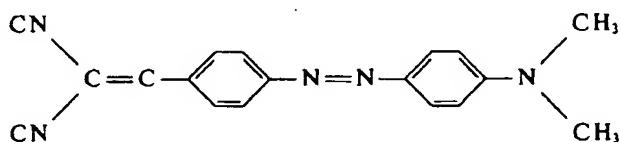
Tg = 29 Grad C

Tn,i = 97 Grad C

verwendet, das im Verhältnis 99 : 1 bis 97 : 3 (3% max) mit Azofarbstoffen, die bei unterschiedlichen Wellenlängen absorbieren, in Lösung (LM ist CH₂Cl₂ oder Cyclopentanone) versetzt wird. Anschließend werden bei Raumtemperatur aus einer 5–15%igen Lösung strukturierte Objektträger beschichtet. Die Proben werden durch Tempern bei 125 Grad C (1–2 min) und 120 Grad C (5 min) orientiert. Das Beschreiben erfolgt analog Beispiel A1.

Beispiel A6

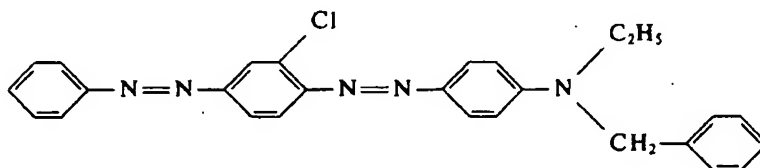
Farbstoff



Ergebnis: Vgl. Abb. 6

Beispiel A7

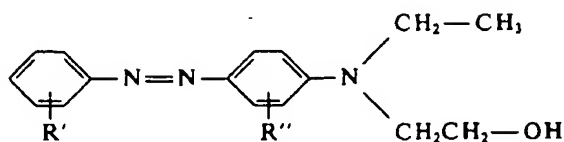
Farbstoff



Ergebnis: Vgl. Abb. 7

Beispiel A8

Farbstoff



R', R'' = Cl, NO₂
 Ergebnis: Vgl. Abb. 8.

Beispiele A9–A11

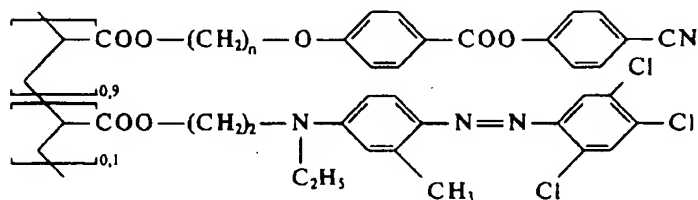
Allgemeines

In Abweichung von den vorstehend beschriebenen Beispielen wurden

- a) amorph isotrope und flüssigkristalline Polymere durch polarisiertes Licht beschrieben bzw. orientiert.
 b) Schichten zwischen 0,2 und 200 µm, die durch Beschichten aus einer Lösung und aus der Schmelze hergestellt werden (wobei nicht notwendig ein Substrat verwendet werden muß), angewendet.
 c) Das Beschreiben erfolgt mit linear polarisiertem Licht einer Halogenlampe (I = 10–12 mW/cm², Belichtungsdauer = 10 min) bei einer Temperatur von 90 Grad C.

Beispiel A9–A11

Verwendet wird ein Copolymer der Struktur



Absorptionsmaximum: $\lambda_{\text{max}} = 450 \text{ nm}$

Beispiel A9

Verwendet wird ein Copolymer gemäß obiger Formel mit $n = 2$; $M_w = 19\,000 \text{ g mol}^{-1}$.

Beispiel A10

Verwendet wird ein Copolymer mit $n = 3$; $M_w = 25\,000 \text{ g mol}^{-1}$.

Beispiel A11

Verwendet wird ein Copolymer mit $n = 5$; $M_w = 21\,000 \text{ g mol}^{-1}$.

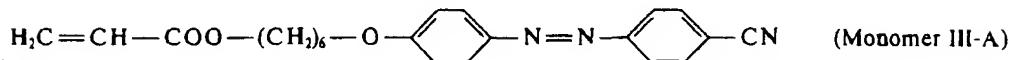
Beispiel A12

Umorientierung der Vorzugsrichtung durch Bestrahlen der Monodomänen eines Copolymerisats aus den Monomeren III-A und III-B im Gewichtsverhältnis 70 : 30. Das Polymer wurde aus CH₂Cl₂ analog den Beispielen A1 bis A5 in einer 0,5–1 mm dicken Schicht auf polyimidbeschichtetem Glas aufgebracht und in Richtung der Substratvororientierung orientiert. Die so erzeugte Monodomäne wurde mit einem Argon-Ionenlaser mit $\lambda = 514,5 \text{ nm}$ mit $I = 390 \text{ mW/cm}^2$ vier Minuten belichtet. Das in Abb. 9 dargestellte Polarkoordinatendiagramm gibt die Absorption bei $\lambda = 360 \text{ nm}$ vor und nach Bestrahlung wieder. Es zeigt sich deutlich, daß beim Bestrahlen mit polarisiertem Licht parallel zur Vorzugsrichtung des Substrats, also parallel zur Vorzugsorientierung der Mesogene, nach dem Bestrahlen die Vorzugsorientierung um 90 Grad gedreht wurde, wobei sich der Ordnungsparameter von $S = 0,72$ auf $S = 0,38$ verkleinert.

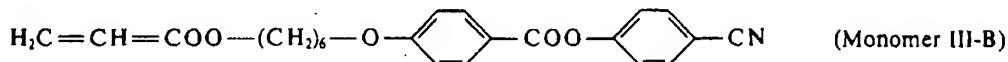
$$S = \frac{E_{\parallel} - E_{\perp}}{E_{\parallel} + E_{\perp}}$$

B. Herstellung der verwendeten Polymeren

B1. Herstellung eines Copolymeren aus den Monomeren im Gewichtsverhältnis 70 : 30



und



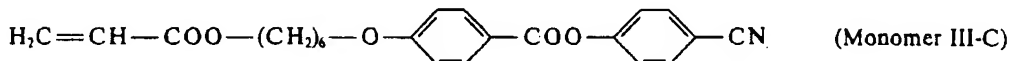
10,6 g (= 28,2 mmol) Monomer III-A und 4,4 g (= 11,1 mmol) Monomer III-B werden in 30 ml 1,4 Dioxan gelöst und in einem Schlenk-Kolben mehrfach entgast und mit Helium gespült. Nach Zugabe von je 5 mmol% (bezogen auf die Gesamtheit der Monomeren) Azoisobuttersäurenitril (AIBN) und 2,2'-Azobis-(2,4-dimethyl)valeronitril wird bei 70 Grad C 24 Stunden polymerisiert. Der Initiator wird in diesem Zeitraum 4–6mal neu zudosiert. Anschließend wird in 600 ml Methanol gefällt. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis das Polymer frei von Monomeren ist. Das Polymere wird bei 30 Grad C im Vakuum bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Ausbeute: 7,3–9,0 g = 49–59% d. Th.

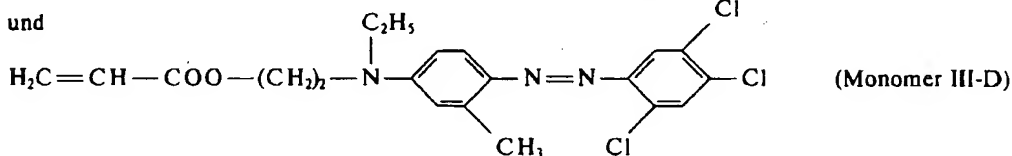
Mw = 9000 g/mol

U = 0,4

B2. Herstellung eines Copolymeren aus den Monomeren



und



3,6 g (= 9,5 mmol) Monomer III-C und 0,4 g (= 0,95 mmol) Monomer III-D werden in 8 ml absolutem 1,4-Dioxan gelöst und wie unter B1 beschrieben polymerisiert. Die Initiatormenge beträgt jeweils 1 mol% AIBN und 2,2'-Azobis-(2,4-dimethyl)valeronitril, die gleiche Menge wird innerhalb der ersten 3 Stunden dreimal nachdosiert. Das Polymer wird 2 x in 500 ml Methanol gefällt und anschließend bei 30 Grad C im Vakuum getrocknet.

Ausbeute: 3 g = 75% d. Th.

Mw = 21 000 g Mol⁻¹, λ_{max} = 450 nm

Tg = 36 Grad C.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung optischer Komponenten auf der Basis von polymeren Trägern, die mindestens einen Farbstoff enthalten, dadurch gekennzeichnet, daß man das optische Verhalten eines Systems S, bestehend aus dem polymeren organischen Träger T und mindestens einem photoisomerisierbaren Farbstoff F durch Einstrahlen linear polarisierten Lichtes gezielt in Abhängigkeit von der Polarisationsrichtung und der Morphologie des organischen Trägers durch eine makroskopische, lichtinduzierte Strukturierung variiert.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der polymere organische Träger T mesogene Gruppen kovalent gebunden enthält, die zu makroskopisch orientierten Bereichen strukturiert werden können.

3. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der polymere organische Träger T im amorphen Zustand vorliegt.

4. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der polymere organische Träger T im flüssigkristallinen unorientierten Zustand vorliegt.

5. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der polymere organische Träger im flüssigkristallinen orientierten Zustand vorliegt.

6. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das linear polarisierte Licht monochromatisches Licht darstellt.

7. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der polymere organische Träger T eine makroskopisch orientierte flüssigkristalline nematische Phase zeigt.

8. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Absorptionscharakteristika des Farb-

stoffs F und die Wellenlänge des eingestrahnten linear polarisierten Lichts aufeinander abgestimmt sind.

9. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Farbstoff F unter der Einwirkung des linear polarisierten Lichtes Änderungen der Molekülgeometrie erfährt.

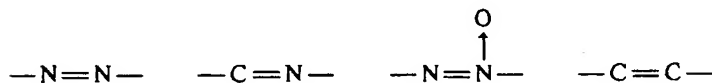
10. Verfahren gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Farbstoff F mindestens ein der cis-trans-Umwandlung zugängliches Strukturelement besitzt.

11. Verfahren gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Farbstoff F mindestens ein Ringsystem enthält, das unter Lichteinwirkung geeigneter Wellenlänge Ringöffnung erleidet.

12. Verfahren gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Farbstoff F mindestens eine Gruppe enthält, deren Geometrie sich unter Protonenübergang ändert.

13. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 und 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Farbstoff F im Wellenlängenbereich 300–1000 nm sein Absorptionsmaximum hat.

14. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 und 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Farbstoff zwei durch eine Brücke A, ausgewählt aus der Gruppe



verknüpfte aromatische Reste besitzt.

15. Verfahren gemäß den Ansprüchen 8 bis 10 und 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Farbstoff F ein Azofarbstoff ist.

16. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Farbstoff F kovalent an den polymeren organischen Träger T gebunden ist.

17. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Farbstoff F dem System S beigemischt ist.

18. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der polymere organische Träger T Bausteine enthält, die elektrische Anisotropie besitzen.

19. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 und 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Farbstoff F in seiner Vorzugsrichtung eine Länge von mindestens 10 Å besitzt.

20. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil der Farbstoffmoleküle F bezogen auf die elektrisch anisotropen Gruppen 1 bis 100 Gew.-% beträgt.

21. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der polymere Träger T eine Molekülmasse von 10^3 bis 10^6 g/Mol besitzt.

22. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der polymere organische Träger eine Glasatemperatur Tg von mindestens –40 Grad C besitzt.

23. Verfahren gemäß Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der polymere organische Träger T eine Glasatemperatur Tg von mindestens 0 Grad C besitzt.

24. Verfahren gemäß Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß der polymere organische Träger T eine Glasatemperatur Tg von mindestens 20 Grad C besitzt.

25. Verfahren gemäß den Ansprüchen 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Glasatemperatur Tg unterhalb 220 Grad C liegt.

26. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das System S auf eine Temperatur gebracht wird, die zwischen einem Wert 20 Grad C unterhalb Tg des Systems und einem Wert unterhalb Tni (Übergang in die isotrope Phase) liegt.

27. Verfahren gemäß Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß das System S auf eine Temperatur gebracht wird, die zwischen Tg und Tni liegt.

28. Verfahren gemäß den Ansprüchen 26 und 27, dadurch gekennzeichnet, daß man die Temperatur des Systems S über die Intensität des eingestrahnten Lichts steuert.

29. Verfahren gemäß den Ansprüchen 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß man die Temperatur des Systems S durch externe Temperaturzuführung in den erforderlichen Temperaturbereich bringt.

30. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß das System S auf einem Trägersubstrat TS angeordnet ist.

31. Verfahren gemäß Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägersubstrat TS einen im Absorptionsmaximum und im Anwendungsbereich transparenten Festkörper darstellt.

32. Verfahren gemäß Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägersubstrat TS ein Mineralglas oder ein organisches Glas darstellt.

33. Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß das System S einen selbsttragenden Film darstellt.

34. Verwendung der optischen Komponenten gemäß den Ansprüchen 1 bis 33 zur Speicherung von Information.

35. Verwendung der optischen Komponenten gemäß den Ansprüchen 1 bis 34 als Displays.

36. Verwendung der optischen Komponenten gemäß den Ansprüchen 1 bis 34 für die Holographie.

37. Verwendung der optischen Komponenten gemäß den Ansprüchen 1 bis 33 als Polarisationsfilter.

38. Verwendung der optischen Komponenten gemäß den Ansprüchen 1 bis 33 zur Drehung der Polarisationsrichtung einfallenden Lichtes.

39. Verwendung der optischen Komponenten gemäß Anspruch 35 als farbige Displays.

40. Verwendung der optischen Komponenten gemäß den Ansprüchen 1 bis 34 zur Darstellung unterschied-

licher Information in Abhängigkeit von der Polarisierung des einfallenden Lichtes.

41. Verwendung der optischen Komponenten gemäß den Ansprüchen 1 bis 33 als Filter für definierte Wellenlängenbereiche.

42. Verfahren zur Herstellung optischer Komponenten gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein und dasselbe optische System S simultan für verschiedene Wellenlängenbereiche präpariert wird.

43. Verfahren zur Herstellung optischer Komponenten gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Präparation des Systems S bei einem bestimmten Wellenlängenbereich durch Aufheizen des Systems rückgängig gemacht werden kann.

44. Verfahren zur Herstellung optischer Komponenten gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das für einen bestimmten Wellenlängenbereich präparierte System S durch erneute Anwendung des Verfahrens für einen weiteren Wellenlängenbereich eingestellt wird.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

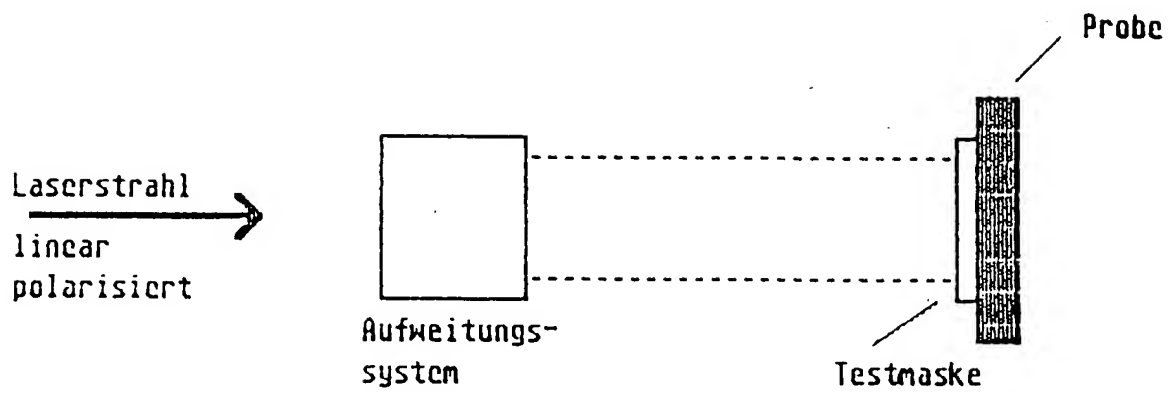


Fig. 1 : Schematischer Versuchsaufbau

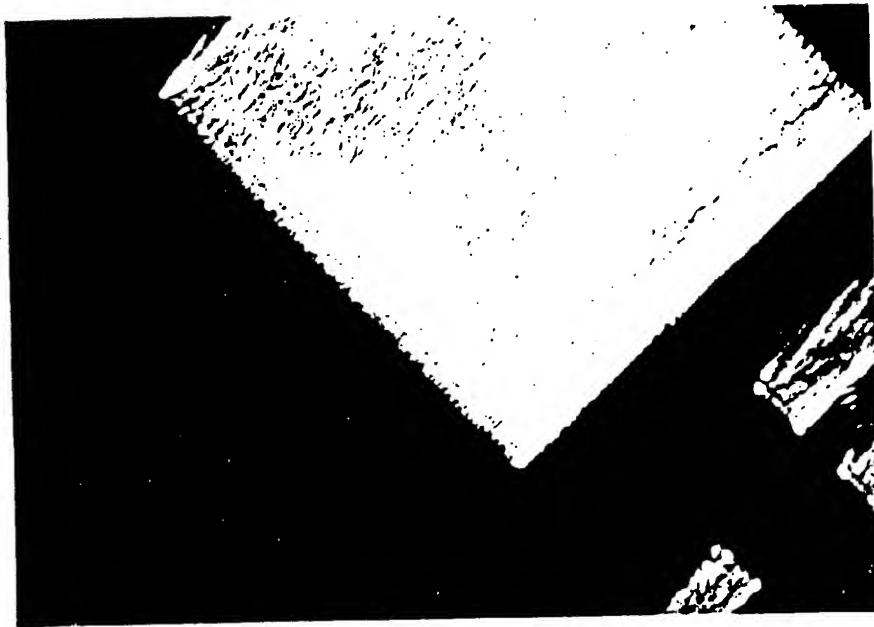


Abb. 1 a: Polarisationsmikroskop. Aufnahme einer beschriebenen Probe in 45 (I) und 90 (II) Gradstellung (Beispiel A1)

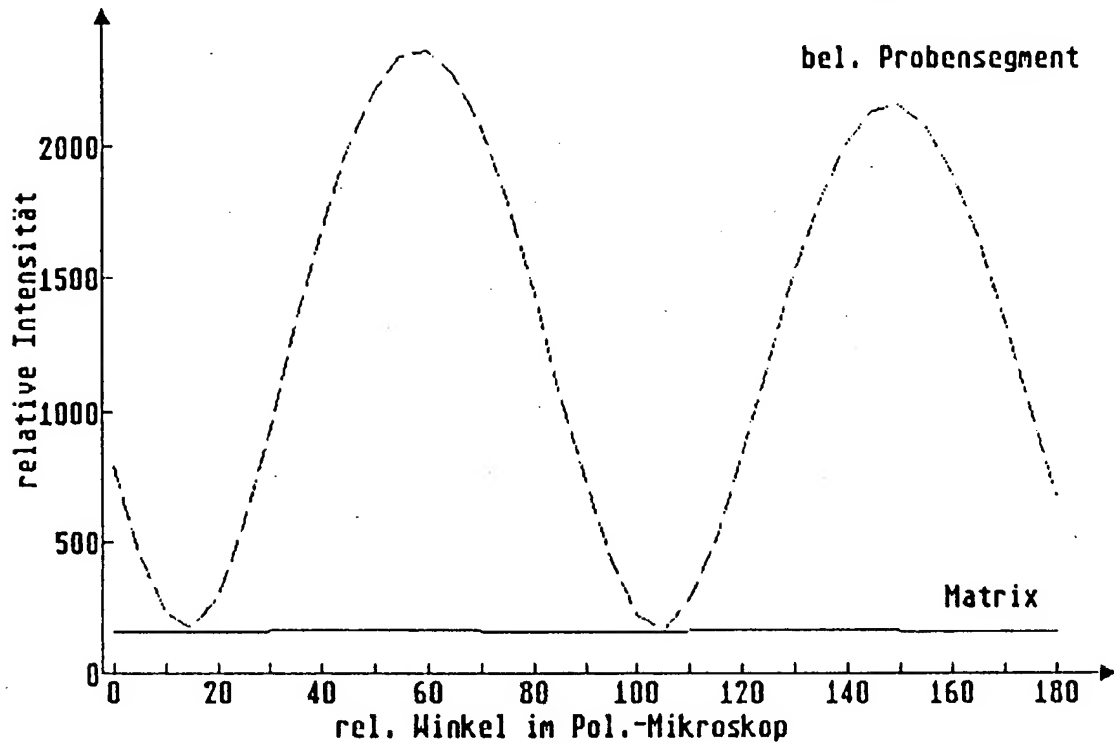


Abb. 1 b: Relative Intensitäten einer beschriebenen Probe (Beispiel A1) als Funktion des relativen Winkels

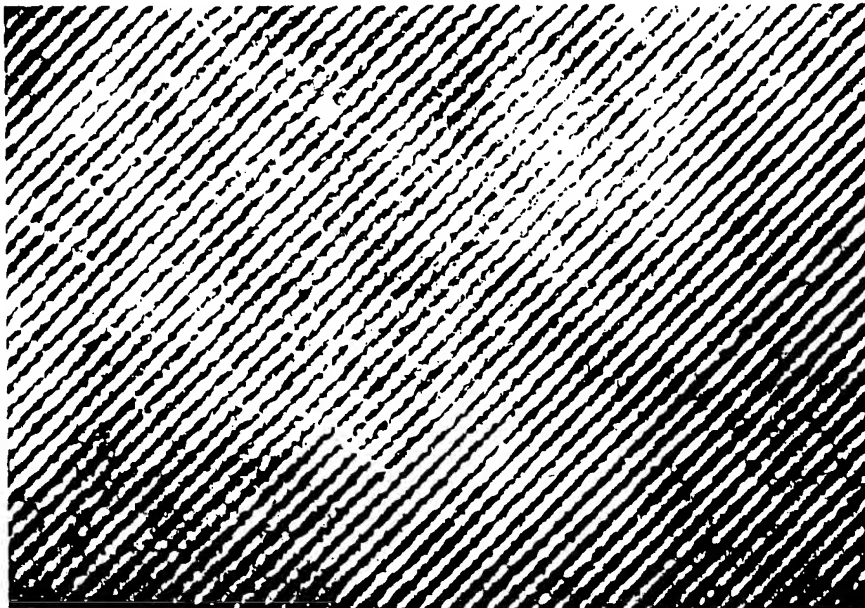


Abb. 2 : 50 µm-Strichgitter durch Belichten einer isotroper Probe (Beispiel A2)

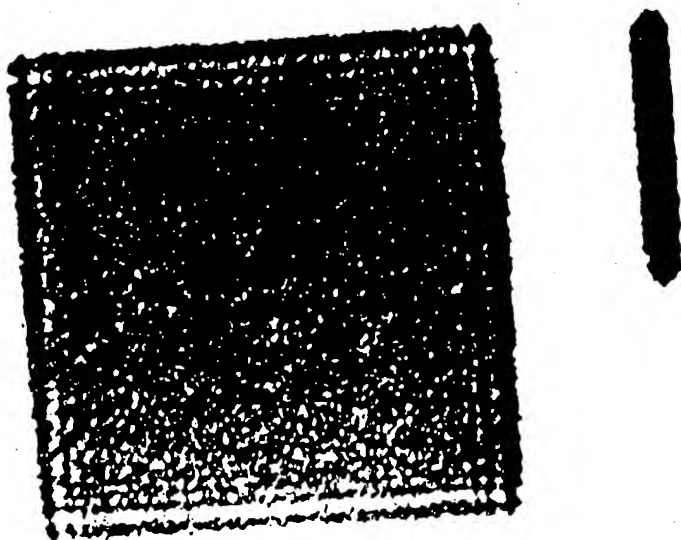
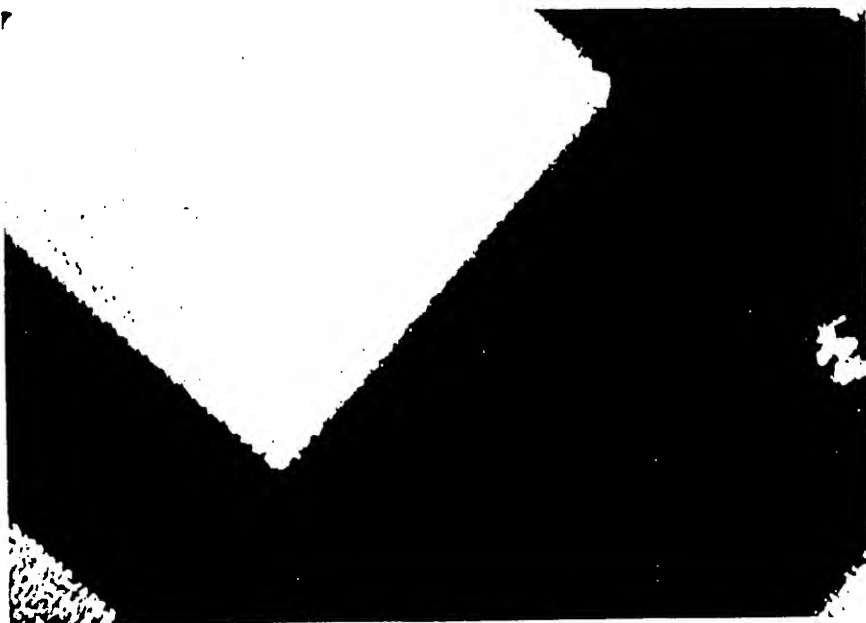


Abb. 3a: Polarisationsmikroskop. Aufnahme einer beschriebenen flüssigkristallinen Polydomäne in 45 (I) und 90 (II) Gradstellung (Beispiel A3)

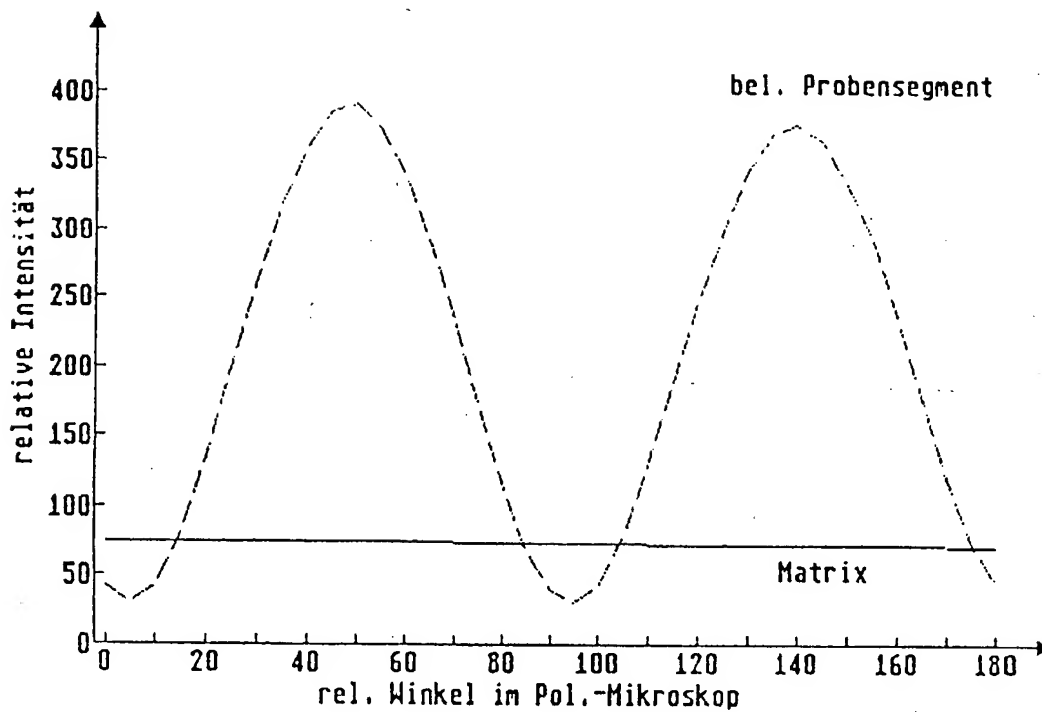


Abb. 3b: Relative Intensitäten einer beschriebenen flüssigkristallinen Polydomäne als Funktion der relativen Winkel. (Beispiel A3)

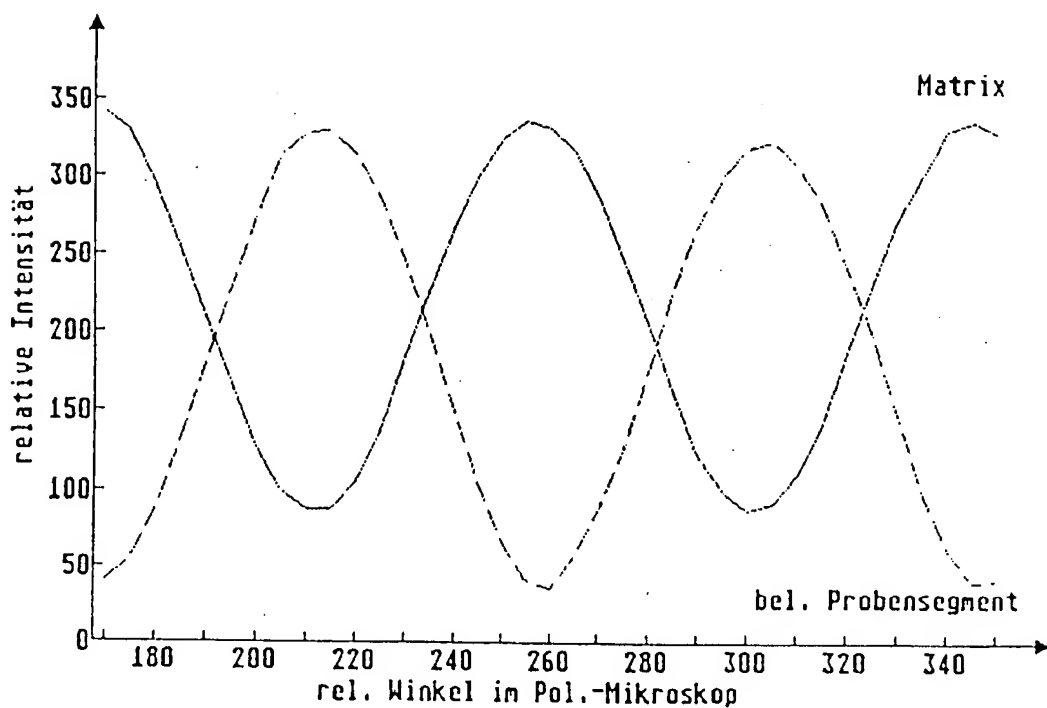


Abb. 4 : Relative Intensitäten einer beschriebenen flüssigkristallinen Monodomäne als Funktion des relativen Winkels (Beispiel A4)

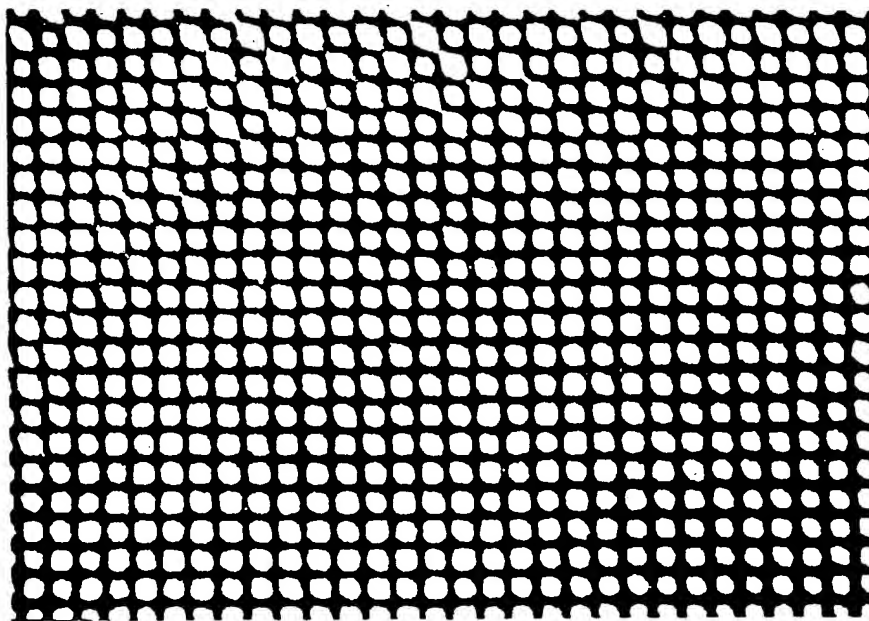


Abb. 5 : Symmetrisches 50 μm -Kreuzgitter durch Belichten einer isotroper Probe (Beispiel A5)

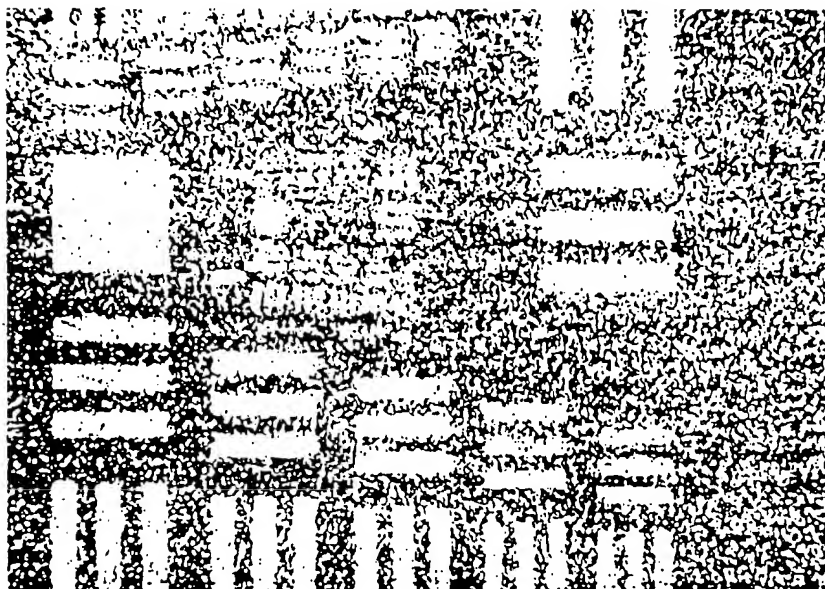
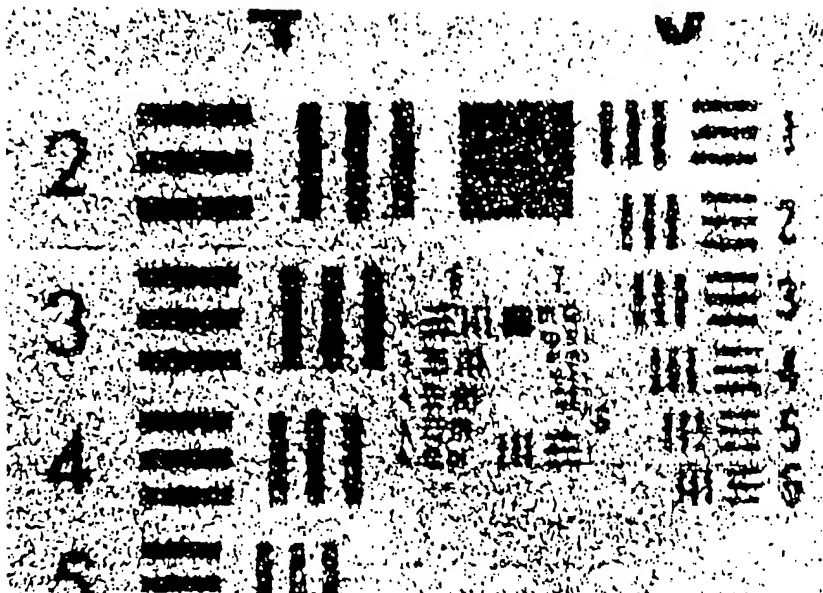


Abb. 6 : Polarisationsmikroskop. Aufnahme einer Maskenbelichtung mit 0 und 90 Grad-Polarisation mit einer LCP-Monodomäne (Beispiel A6)

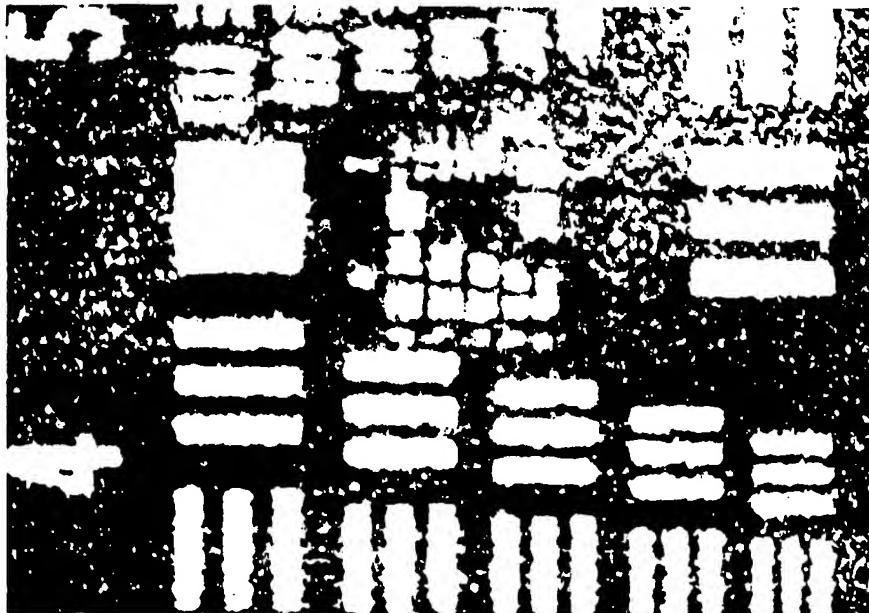
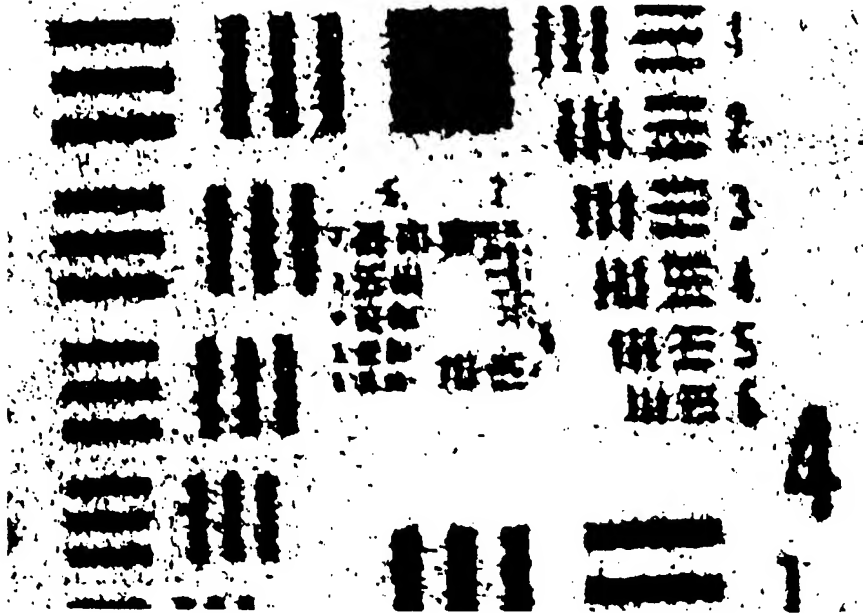


Abb. 7: S. Abb. 6 mit Beispiel A7

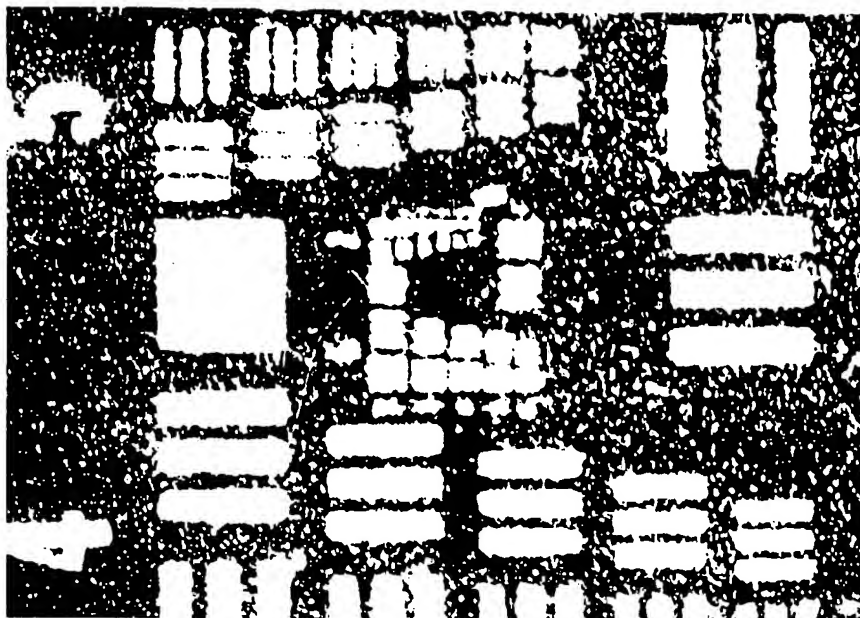
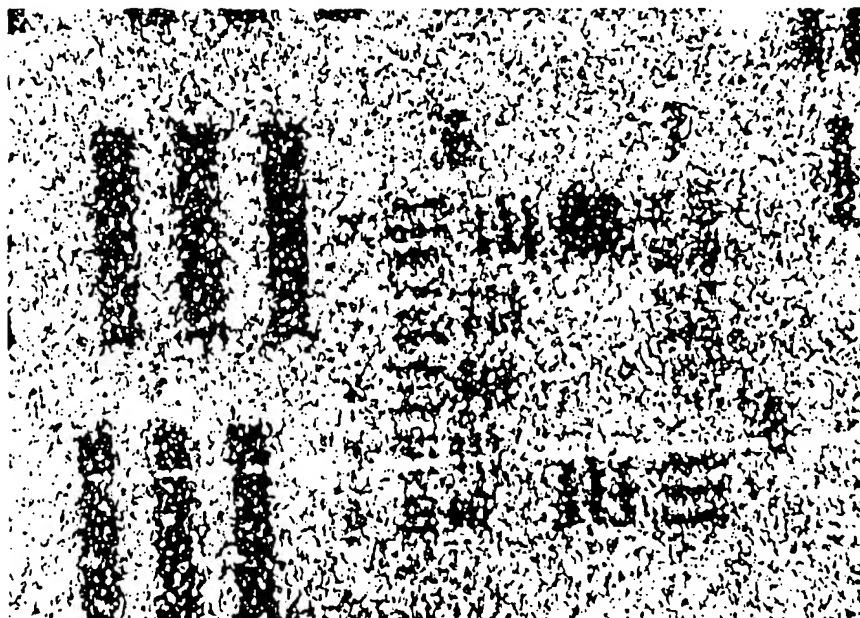
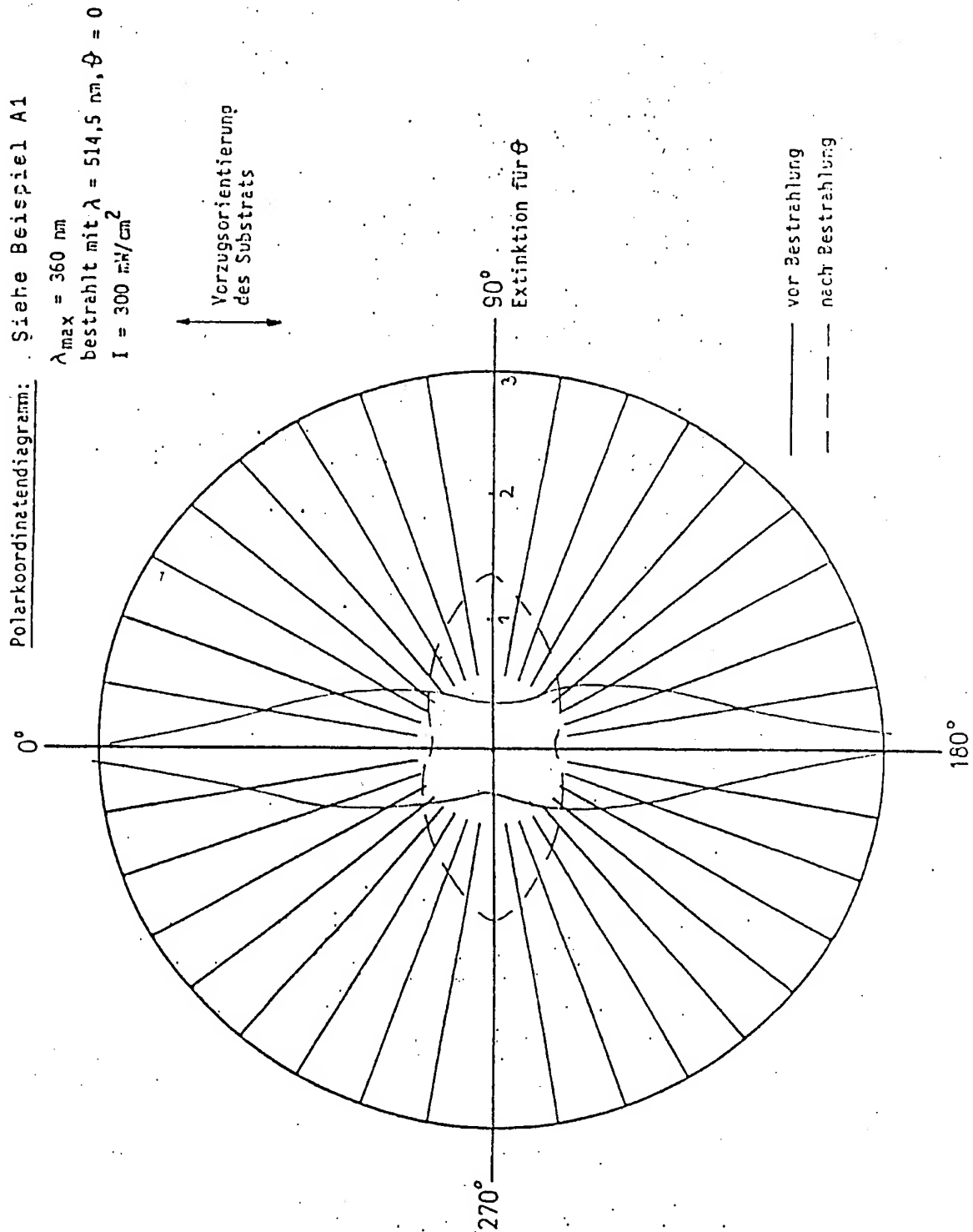


Abb. 8 : s. Abb. 6 mit Beispiel A8

Abb. 9 : Polarkoordinatendiagramme einer belichteten und unbelichteten Monodomäne



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.